

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-142568

(43)Date of publication of application : 27.07.1985

(51)Int.Cl.

H01L 29/80

H01L 21/20

H01L 29/12

H01L 29/78

(21)Application number : 58-246511

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 29.12.1983

(72)Inventor : SUZUKI AKIRA

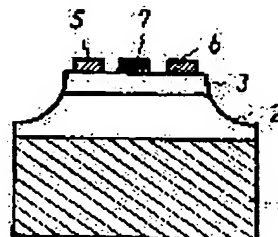
FURUKAWA MASAKI

(54) MANUFACTURE OF SiC FIELD EFFECT TRANSISTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize an SiC-based field effect transistor capable of industrially acceptable productivity by a method wherein source, gate, and drain regions are formed in or on an SiC single-crystal film grown on an Si single-crystal substrate.

CONSTITUTION: By using the CVD method, a P type SiC single-crystal film 2 and N type SiC single-crystal film 3 are formed, in that order. Mesa-etching is performed whereafter a portion of the N type SiC single-crystal film 3 is retained to serve as an activation region. Ni vapor is deposited to serve as ohmic electrode material for the creation a source electrode 5 and drain electrode 6. Au vapor is then deposited to serve as a Schottky gate electrode 7 for the completion of a Schottky junction type field effect transistor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-142568

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月27日

H 01 L 29/80
21/20
29/12
29/787925-5F
7739-5F

8422-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 炭化珪素電界効果トランジスタの製造方法

⑯ 特 願 昭58-246511

⑰ 出 願 昭58(1983)12月29日

⑱ 発 明 者 鈴 木 彰 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 ⑲ 発 明 者 古 川 勝 紀 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 ⑳ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪市阿倍野区長池町22番22号
 ㉑ 代 理 人 弁理士 福士 愛彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

炭化珪素電界効果トランジスタの製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 珪素基板上に炭化珪素単結晶膜を成長させた後、該炭化珪素単結晶膜中にチャネル領域を形成し、ソース電極、ドレイン電極及びゲート電極を配設することを特徴とする炭化珪素電界効果トランジスタの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

<技術分野>

本発明は炭化珪素を主として成る電界効果トランジスタの製造方法に関するものである。

<従来技術>

一般に、電界効果トランジスタは接合型と絶縁ゲート型に大別され、接合型はさらにp-n接合型とショットキー接合型に区分される。従来、これらは珪素(Si)を初めとして砒化ガリウム(GaAs)、リン化ガリウム(GaP)、リン化インジウム(InP)等の半導体材料により製作され、特にSiやGaAs

の電界効果トランジスタは広く実用されている。一方、炭化珪素半導体はこれらの半導体材料に比べて禁制帯幅が広く(2.2~3.3 eV)、また熱的、化学的及び機械的に極めて安定で、放射線損傷にも強いという特徴を有している。従って、炭化珪素を用いた電界効果トランジスタは、他の半導体材料を用いたトランジスタでは使用困難な高温、大電力、放射線照射等の苛酷な条件下で使用することができ、高い信頼性と安定性を示す素子として広範な分野での応用が期待される。

このように炭化珪素電界効果トランジスタは広範な応用分野が期待されながら、未だ実用化が阻まれている原因は、生産性を考慮した工業的規模での量産に必要な高品質でかつ大面積の炭化珪素単結晶を得るための結晶成長技術の確立が遅れていることにある。従来、研究室規模で、昇華再結晶法(レーリー法とも称される)等で成長させた炭化珪素単結晶を用いてあるいはこの単結晶上に気相成長や液相成長でエピタキシャル成長させた炭化珪素単結晶膜を用いて微例ではあるが、

電界効果トランジスタを製作する試みが文献〔1〕 R. B. Campbell and H. -C. Chang, "Silicon Carbide Junction Devices", in "Semiconductors and Semimetals", eds. R. K. Willardson and A. C. Beer, (Academic Press, New York, 1971) Vol 7, Part B, Chap 9, pp. 625-683. 及び文献〔2〕 W. v. Muench, P. Hoeck and E. Pettenpaul, "Silicon Carbide Field-Effect and Bipolar Transistors", Proceedings of International Electron Devices Meeting, Washington D.C., 1977, New York, IEEE, pp. 337-339.

にて報告されている。しかしながら、これらの単結晶は小面積のものしか得られずまたその寸法や形状を制御することは困難である。炭化珪単結晶に存在する結晶多形の制御及び不純物濃度の制御も容易でなく、これらの炭化珪単結晶を用いて電界効果トランジスタを製造する方法は、工業的規模での実用的製造方法にはほど遠い。

最近、本発明者は、珪単結晶基板上に気相成

特開昭60-142568(2)

長法(CVD法)で良質の大量炭化珪単結晶を成長させる方法を確立し、特願昭58-76842号にて出願している。この方法は珪単結晶基板上に低温CVD法で炭化珪薄膜を形成した後昇温してCVD法で炭化珪薄膜上に炭化珪単結晶を成長させる技術であり、安価で入手の容易な珪単結晶基板を用いて結晶多形、不純物濃度、寸法及び形状等を制御することにより大面積で高品質の炭化珪単結晶膜を供給することができることもに量産形態にも適し、高い生産性を期待することができる製造方法である。

<発明の目的>

本発明は、珪単結晶基板上に炭化珪単結晶膜を成長させ、かかる炭化珪単結晶膜中あるいは膜上にソース、ゲート、ドレイン領域を形成することにより、工業的規模での量産性に優れた炭化珪を主として成る電界効果トランジスタを得ることのできる炭化珪電界効果トランジスタの製造方法を提供することを目的とする。

<実施例>

第1図、第2図、第3図はそれぞれ本発明の1実施例を示す炭化珪電界効果トランジスタの製造工程図である。まず、珪単結晶基板1上に炭化珪単結晶膜2を成長させる。各実施例においてはこの成長を前述した気相成長法(CVD法)により行なった。即ち、モノシラン(SiH_4)及びプロパン(C_3H_8)を原料ガス、水素(H_2)をキャリアガスとして流し、30分～1時間の成長で0.5～2 μm の膜厚の炭化珪単結晶膜を成長させる。この炭化珪単結晶膜中あるいは膜上にソース、ゲート、ドレイン領域を形成することにより、電界効果トランジスタを製作する。以下、pn接合型、ショットキー接合型、絶縁ゲート型のそれぞれについて説明する。

・pn接合型電界効果トランジスタ

pn接合型電界効果トランジスタの製造方法のステップを第1図(A)(B)(C)に示す。前述した結晶成長法で、第1図(A)に示すように、p型炭化珪単結晶基板1の上に、1～2 μm 程度の膜厚のp型炭化珪単結晶膜2、0.5～1 μm 程度の膜厚のn型炭化

珪単結晶膜3、1～2 μm 程度の膜厚のp型炭化珪単結晶膜4を順次積層して成長させる。次にチャネル領域となるn型炭化珪単結晶膜3の中央部3'上のp型炭化珪単結晶膜4のみを残して、通常のフォトリソグラフィ技法を用いたエッチングにより、第1図(B)に示す如く残りのp型炭化珪単結晶膜4を除去し、メサ部4'を形成する。ソース電極5及びドレイン電極6となるオーミック電極材料としてニッケル(Ni)を適当なマスクを用いてn型炭化珪単結晶膜3の両端に位置するソース領域3'及びドレイン領域3'上に蒸着し、ゲート電極7となるオーミック電極材料としてアルミニウム-珪素(Al-Si)合金をp型炭化珪単結晶膜4のメサ部4'上に蒸着する。最後に裏面電極8として珪基板1にオーミック電極材料であるニッケル(Ni)をメッキ法で形成する。電極5, 6, 7, 8にリード線を接続することにより、第1図(C)に示すようなpn接合型電界効果トランジスタが作製される。尚、p型不純物としてはBやAlが用いられ、n型不純物としてはPやNが用いられる。

これらは気相成長時にキャリアガスとして反応炉内へ導入され、炭化珪素単結晶中へドーパされる。

・ショットキー接合型電界効果トランジスタ

ショットキー接合型電界効果トランジスタの製造方法のステップを第2図(A)(B)(C)に示す。前述した結晶成長法で、第2図(A)に示すようにp型珪素単結晶基板上に数 μm 程度の膜厚のp型炭化珪素単結晶膜2、0.5~1 μm 程度のn型炭化珪素単結晶膜3を順次積層して成長させる。次にn型炭化珪素単結晶膜3の活性領域となる部分を現して通常のフォトリソグラフィ技法を用いたエッチングによりメサエッチングを行ない、第2図(B)に示す如くn型炭化珪素結晶膜3及びp型炭化珪素単結晶膜2の周辺部分を取り除く。ソース電極5及びドレイン電極6となるオーム性電極材料としてニッケル(Ni)を適当なマスクを用いてn型炭化珪素単結晶膜3上の両端位置に蒸着する。また、ショットキーゲート電極7として金(Au)をソース・ドレイン両電極5、6間に蒸着する。各電極5、6、7にリード線を接続することにより、第2図

でニッケル(Ni)を蒸着し、ソース電極16及びドレイン電極17を形成する。また、ゲート電極18として二酸化珪素膜15上にアルミニウム(Al)を蒸着する。各電極16、17、18にリード線を接続することにより、第3図(D)に示すような絶縁ゲート型電界効果トランジスタが作製される。

以上の実施例においては、珪素単結晶基板上に炭化珪素単結晶膜を成長させる手段あるいは炭化珪素単結晶膜上に異なる導電型の炭化珪素単結晶膜を成長させる手段として気相成長法(CVD法)を用いたが、他の方法例えば液相成長法を利用してもよい。また、各電界効果トランジスタのソース、ドレイン、ゲート領域の製作に珪素半導体や砒化ガリウム半導体から成る電界効果トランジスタの製作で使用されている既知の工程(例えば不純物拡散、イオン注入等)を用いてもよく、ソース、ドレイン、ゲート領域への各電極材料も他の種類の材料を用いることができる。さらに、絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜としては二酸化珪素を用いたがこれ以外の絶縁膜で

特開昭60-142568(3)

(C)に示すようなショットキー接合型電界効果トランジスタが作製される。

・絶縁ゲート型電界効果トランジスタ

絶縁ゲート型電界効果トランジスタの製造方法のステップを第3図(A)(B)(C)(D)に示す。前述した結晶成長法で、第3図(A)に示すようにn型珪素単結晶基板11の上に数 μm 程度の膜厚のp型炭化珪素単結晶膜12を成長させる。適当なマスクを用い、炭化珪素単結晶膜12中に窒素(N)イオンをイオン注入して第3図(B)に示す如くソース領域13及びドレイン領域14となるn型領域を形成する。次に炭化珪素単結晶膜12の表面を熱酸化することにより第3図(C)に示す如く絶縁膜として1000Å程度の膜厚の二酸化珪素膜(SiO_2 膜)15を形成する。ソース領域13及びドレイン領域14の表面を露出させるため、通常のフォトリソグラフィ技法を用いたエッチングにより、ソース及びドレイン領域13、14上の二酸化珪素膜15を除去して第3図(D)の如くとする。次に、ソース領域13及びドレイン領域14へのオーム性電極材料とし

もよい。

これら電界効果トランジスタの実施例は基本構造の製作例であるが、珪素半導体や砒化ガリウム半導体等の電界効果トランジスタに広く実施されている改良型、発展型の構造の電界効果トランジスタ及びこれらを集積化したIC、LSI、VLSIに用いられる電界効果トランジスタの構造に対しては、本発明の炭化珪素電界効果トランジスタの製造方法を適用することができる。

＜発明の効果＞

本発明によれば、珪素単結晶基板上に成長させた炭化珪素単結晶膜を用いて、生産性を考慮した工業的規模での量産に適した炭化珪素電界効果トランジスタの製造が可能となり、珪素などの他の半導体にはない優れた特徴をもつ炭化珪素半導体の特性をいかして、広範な分野で応用することが期待され、半導体素子の新たな活用領域を開拓していくと目される。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図、第3図はそれぞれ本発明の1

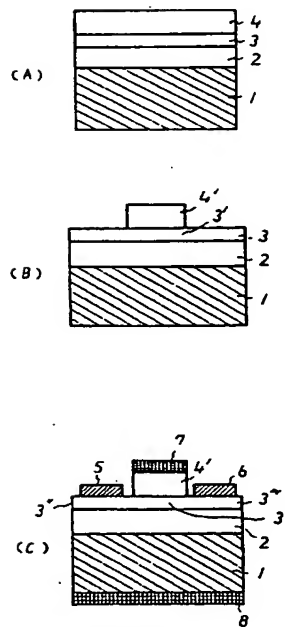
(4)

特開昭60-142568(4)

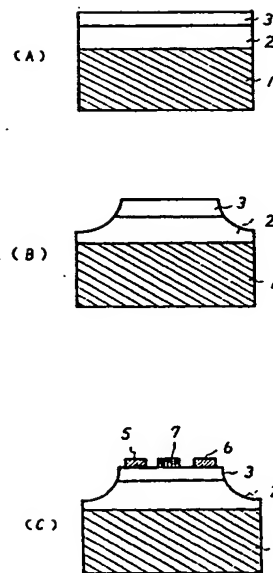
実施例の説明に供する製造工程図である。

1…珪素単結晶基板、2…p型炭化珪素単結晶膜、3…n型炭化珪素単結晶膜、4…p型炭化珪素単結晶膜、5…ソース電極、6…ドレイン電極、7…ゲート電極、11…珪素単結晶基板、12…p型炭化珪素単結晶膜、13、14…n型炭化珪素単結晶膜、15…二酸化珪素膜、16…ソース電極、17…ドレイン電極、18…ゲート電極

代理人 井理士 福士 愛彦 (他2名)



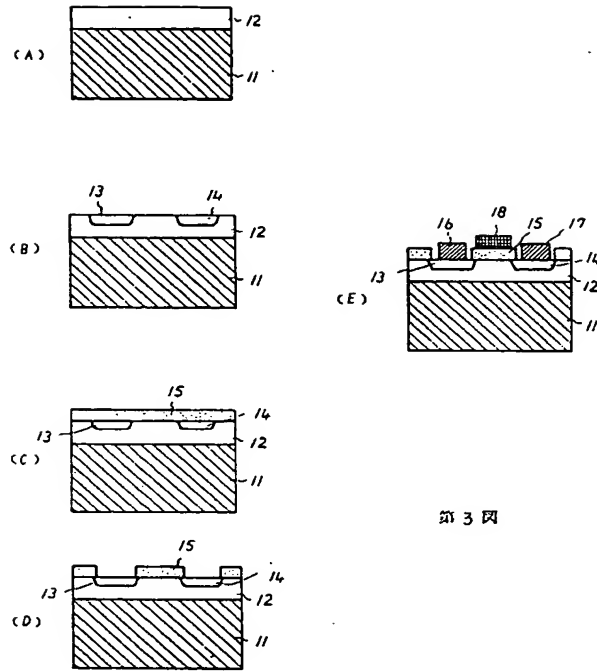
第1図



第2図

(5)

特開昭60-142568 (5)



第 3 図